

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲／乙第 号	氏 名	俣野 眞一郎	
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	博士（工学）	牧 英之
	副査	慶應義塾大学教授	博士（理学）	渡邊 紳一
		慶應義塾大学准教授	博士（工学）	安藤 和也
		慶應義塾大学准教授	博士（工学）	太田 泰友
学士（工学）、修士（工学）俣野眞一郎君提出の学位請求論文は、「高配向カーボンナノチューブ薄膜における異方性熱特性・発光特性と光・電子デバイス応用」と題し、全 7 章から構成されている。 偏光分析技術は基礎研究の分野から工業応用と様々な場面で活用されており、偏光分析技術を用いるためには、広い波長帯域に光強度を持つ偏光光源が重要となっている。広い波長帯域を持つ安価で小型の光源として熱光源があるが、従来の熱光源から偏光を得るには、非偏光の熱光源に偏光子を挟む必要があり、熱光源からダイレクトに生成することは難しい。そこで、本研究では、カーボンナノチューブ(CNT)が高密度・高配向度に整列された CNT 配向膜を用いて、高配向 CNT から直接偏光を発生させる技術を構築した。本著者は、CNT 配向膜が有する異方性を用いて、異方的な熱輸送特性やそれによる熱発光特性の評価とメカニズム解明を行った。 第 1 章は序論であり、ナノカーボン材料の基礎物性や熱発光について述べている。 第 2 章では、CNT 配向膜のデバイス作製やデバイスの発光特性評価等のために用いた実験装置・解析手法について述べている。 第 3 章では、CNT 配向膜の熱発光に対する光学特性の評価について述べている。本研究では、CNT 配向膜の固有な異方的物性を理解するため、印加電圧方向に対して配向方向が平行・垂直の関係となるような 2 種類の電圧印加式発光デバイス(以後、平行・垂直デバイス)を作製している。そして、CNT 配向膜熱発光は、赤外波長帯域に広く光強度を有する CNT 配向由来の偏光熱発光であることを明らかにしている。また、平行・垂直デバイスでは発光分布が異なることを実験的に示し、シミュレーション解析をすることで、CNT 配向膜・電極の接触熱コンダクタンスが熱発光に寄与していることを明らかにしている。 第 4 章では、CNT 配向膜のマイクロ偏光熱光源に対する変調特性について述べている。本研究では、CNT 配向膜を用いて電圧印加式の $1\mu\text{m}^2$ マイクロ熱光源を作製している。そして、熱発光に対して時間分解光学測定を行うことで、電圧シグナルに対する応答性を評価し、応答速度が配向方向によって異なることを明らかにしている。マイクロ熱発光デバイスを対象とした時間依存シミュレーションを行うことで、平行デバイスでは従来偏光光源より高速な 20 MHz の高速変調が可能であることを明らかにしている。さらに、CNT 配向膜上の CNT 膜・電極コンタクトによる異方的な応答特性を明らかにしている。 第 5 章では、ナノ架橋構造を組み込んだ CNT 配向膜デバイスにおける偏光熱発光の光学特性について述べている。架橋構造を作製した結果、架橋 CNT 配向膜デバイスでは偏光度 0.9 の高偏光度化が実現されることを明らかにしている。これは、基板発光の影響が無い CNT 配向膜からのダイレクトな偏光を表している。偏光光源の応用では発光の偏光度が重要であり、本研究では、デバイス構造によって偏光度を向上させることに成功している。 第 6 章では、CNT 配向膜における熱破断後の状態分析について述べている。熱破断後における電気特性を評価することで、従来の材料では見られない電流の回復並びにスイッチング現象を観測している。さらに、CNT 配向膜固有のパラメータである配向方向に着目してスイッチング依存性を評価することで、配向による低抵抗状態の変動を明らかにしている。 第 7 章は総括であり、本研究で得られた知見について述べている。 以上、本論文は、配向した CNT からの偏光発生技術に関する新しい知見を得たものであり、ナノカーボン材料の熱光源に関する応用物理、工学応用に貢献するものである。よって、本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。				
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。			